30 лет - ни да, ни нет

Герман Смирнов

SHOUT
SHARE
IT

- Смирнов Герман

Смирнов Герман
30 лет - ни да, ни нет

По следам сенсаций

Герман СМИРНОВ, инженер

30 лет - ни да, ни нет

На подборку материалов о "чуде в Бабьегородском переулке", опубликованную в "ТМ" № 9 за 1988 год, продолжаются отклики. Не утихают, как видим, давние страсти. Снова идут в ход старые объяснения, соображения и возражения. Снова спорят не о той установке и не о том эксперименте, в котором получался новый необычный эффект. Снова проявляется поразительная глухота к тому, что говорят оппоненты. А заодно вскрылось и другое: далеко не все читатели ясно представляют себе, что такое тепловой насос; как устроен полупроводниковый термоэлектрический нагреватель и что именно произошло в Бабьегородском переулке в 1959 году.

В 1852 году английский ученый лорд Кельвин предложил отапливать помещения с помощью машины, названной им тепловым насосом. В принципе это тот же тепловой двигатель, но если в нем рабочее тело нагревается и сжимается за счет топлива, а при расширении, совершая полезную работу, охлаждается за счет атмосферы, то в тепловом насосе, напротив, оно нагревается от сжатия, отдает теплоту отапливаемому помещению, затем расширяется, охлаждаясь ниже температуры уличного воздуха, и нагревается за счет тепла атмосферы.

Решив сравнить отопление с помощью теплового насоса с печным отоплением, ученый получил удивительные результаты. Образно говоря, каждая единица механической работы, подведенная к идеальному тепловому насосу, прежде чем попасть в отапливаемое помещение, "прихватывает" 5-8 эквивалентных единиц теплоты из уличного воздуха.

Сжигая в печке какое-то количество топлива, можно подвести к воздуху комнаты, скажем, 1 ккал тепла. Если то же количество топлива сжечь в топке теплового двигателя, то в мехническую работу удастся превратить лишь часть этого тепла, ну, процентов 20, что эквивалентно 85 кгм. Подведем теперь эти 85 кгм к тепловому насосу, и он "накачает" в помещение минимум в 6 раз больше теплоты, то есть 510 кгм, или 1,2 ккал. Вместо 1 ккал - 1,2?!

Понять принцип действия теплового насоса поможет такая аналогия. Скажем, нам нужно поддерживать постоянным уровень

воды в дырявом бассейне, находящемся на 10 м выше уровня моря. Воспользуемся водой из горного озера на высоте 100 м. Можно пустить ее прямо в бассейн. Но есть другой путь: заставить воду из озера вращать гидротурбину, соединенную с насосом, поднимащим воду из моря в бассейн. Ясно, что в первом случае 1 кг воды из озера даст 1 кг воды в бассейне. Во втором случае все будет иначе: 1 кг воды, падая с высоты 100 м, произведет с помощью гидротурбины 100 кгм работы. Подведенные к насосу, они поднимут из моря на высоту 10 м 10 кг воды!

Но если уровень бассейна и горного озера близки, а КПД турбины и насоса невелики, овчинка может не стоить выделки. Так, кстати, и получилось с затеей лорда Кельвина. Его отопительная машина оказалась малоэкономичной, громоздкой и ненадежной. Она не смогла конкурировать с дешевым угольным отоплением. Идея Кельвина была оставлена на сто лет. Возрождению ее в наше время способствовало совершенствование холодильных устройств.

В сущности, холодильник и тепловой насос - одна и та же машина, но только первая нагревает помещение, откачивая теплоту из холодильной камеры, а вторая - из окружающей среды: речной или морской воды, почвы или атмосферного воздуха.

Ценное достоинство теплового насоса в том, что он в отличие от печки обратимая машина: идеальный кондиционер, способный работать круглый год, зимой нагревая помещение, а летом охлаждая его. Долгое время широкое распространение таких устройств сдерживалось тем, что двигатели, насосы, компрессоры и другое оборудование стоили гораздо дороже обычных печей. Радикальное изменение в состояние дел было внесено быстрым развитием полупроводниковой техники...

В 1821 году немецкий физик Зеебек обнаружил, что если составить цепь из двух разнородных металлических проводников и нагревать один из спаев, то в ней потечет электрический ток. Возникающее при этом напряжение очень невелико: при перепаде температур в 100°С оно в лучшем случае составляет около сотой доли вольта.

Через 13 лет француз Пельтье показал, что эффект Зеебека обратим: пропуская через цепь постоянный ток, можно получить нагрев одного спая и охлаждение другого, правда, весьма незначительные. Возникает мысль: нельзя ли усилить эффект проводников за счет их утолщения, снизив электрическое сопротивление? Однако при этом увеличивается тепловой поток от горячего спая к холодному, что ведет к выравниванию температур спаев и ослаблению эффекта Пельтье. Стало ясно: для

создания достаточно мощных термоэлектрических устройств нужны материалы, которые при высокой электропроводности плохо проводили бы тепло. И они нашлись среди полупроводников. Термоэлектродвижущая сила в некоторых из них в сотни раз меньше, чем у металлов. В середине нашего столетия благодаря таким полупроводникам появились сравнительно дешевые термоэлектрические кондиционеры без движущихся частей, в которых перевод из охлаждающего режима в отопительный достигался простой переменой направления тока. Насколько экономичными оказались новые устройства? Чтобы ответить на этот вопрос, следует подробнее остановиться на критериях оценки эффективности тепловых машин вообще.

Трудно сказать, кто первым ввел в обиход понятие коэффициента полезного действия - КПД. Но так или иначе, эта величина оказалась на редкость удобной для оценки совершенства прежде всего простейших механизмов - рычагов, клиньев, винтовых и зубчатых передач, блоков и т. д. Все это преобразователи механической мощности. В идеале она оставалась бы неизменной, но реально, из-за трения деталей, частью теряется, превращаясь в теплоту. Отношение мощностей на выходе и на входе и есть КПД. Позднее его с успехом применили для оценки электрических и гидравлических машин. И здесь зависимость оставалась прежней - в идеальном случае КПД был равен единице.

Но в отношении тепловых машин универсальность понятия КПД оказалась сильно поколебленной: для тепловых двигателей, даже идеальных, он всегда меньше единицы и зависит от температур источника тепла и окружающей среды. А применительно к холодильным машинам и тепловым насосам КПД вообще утрачивает смысл. Разделив холодопроизводительность - теплоту, отводимую из холодильной камеры, - на электроэнергию, затраченную компрессором, получим величину, которая в зависимости от температур окружающей среды и холодильной камеры теоретически может изменяться от нуля до бесконечности! Назвать ее КПД ни у кого не повернулся язык, поэтому ей дали название холодильного коэффициента и с общего молчаливого согласия приняли: для холодильных машин понятие КПД неприменимо.

Гидравлическая аналогия четырех принципов отопления:

1. Отопление холодильной машиной. Поддерживать повышенный уровень воды в левом резервуаре можно за счет понижения уровня в правом резервуаре, из которого непрерывно откачивается вода. Откачка производится насосом, приводимым в действие гидротурбиной, питаемой водой из верхнего резервуара.

При указанных на рисунке числах получается, что 1 кг воды, стекающей из верхнего резервуара в водоем.обеспечивает подачу 5 кг воды из правого резервуара в левый.

2. Отопление тепловым насосом. Забирая воду непосредственно из водоема, а не из резервуара с пониженным уровнем, как в предыдущем случае, можно существенно повысить производительность: на 1 кг воды, стекающей из верхнего резервуара в водоем, приходится уже 10 кг воды. подаваемой в правый резервуар.

3. Отопление электронагревателем. Заполняя резервуар водой непосредственно из верхнего резервуара, мы имеем самый расточительный способ поддержания уровня: если в предыдущих случаях отношения нагнетаемой воды к расходуемой составляет соответственно 5 и 10, то в этом случае оно всего-навсего 1.

4. Отопление термоэлектрическими элементами. Его можно уподобить работе эжектора, в котором каждый кг падающей с большой высоты воды присасывает из водоема еще 9 кг и вместе с ними поступает в резервуар.

Схема полупроводникового термоэлемента.

Если холодильный коэффициент может быть равным и нулю, и единице, и любой другой величине, то для тепловых насосов отношение теплоты на выходе к механической работе на входе всегда больше единицы и тоже может достигать бесконечно больших значений в зависимости от температур в отапливаемом помещении и на улице. Такое отношение уж и вовсе неудобно было называть КПД, и в теории тепловых насосов появился термин - коэффициент преобразования.

В чем же секрет пробуксовки понятия КПД в приложении к тепловым машинам?

Схема установки 1959 года, предложенная комиссией президиума АН СССР.

В жидкость, залитую в сосуд Дьюара. помещены полупроводниковая термобатарея (левое плечо схемы) и омический нагреватель такой же мощности (правое плечо). Питание к ним подводится через крышку от аккумуляторной батареи и от сети. Присосы тепла извне исключены: оба спая термобатареи находятся внутри сосуда. При пропускании тока через правое плечо омический нагреватель - на нем выделяется ровно столько тепла, сколько подведено электроэнергии. При переключении питания на левое плечо - к термобатарее - при тех же показаниях приборов количество тепла устойчиво, во многих опытах в 2,2-2,5 раза превышало количество тепла, выделяемого на нагревателе!

Он в том, что теплоту не только нельзя соотносить с

механической работой, но нельзя даже говорить о сравнении теплот, выделяемых, поглощаемых и передаваемых при разных температурах. Смешивать эти величины, деля их одну на другую, значит, уподобиться таким "специалистам", которые в приведенной выше гидравлической аналогии стали бы называть коэффициентом полезного действия не отношение энергий на выходе и на входе в турбонасосный агрегат, а отношение расходов воды в насосе и турбине!

Имея все это в виду, мы можем теперь сравнить совершенство полупроводниковых и обычных тепловых насосов, работающих, к примеру, в режиме холодильника. Так, при разности температур в комнате и морозильнике в 45°С холодильный коэффициент обычного домашнего компрессионного холодильника равен примерно единице. Для адсорбционного холодильника при тех же условиях этот коэффициент составляет 0,25, а для термоэлектрических - 0,37-0,44. Таким образом, полупроводниковые термоэлектрические холодильные устройства занимают промежуточное положение между компрессионными и адсорбционными установками.

В 1959 году в нашей прессе замелькали сообщения о том, что на заводе "Сантехника" обнаружен эффект, в котором нарушается закон сохранения энергии. Пошли слухи о создании устройства с КПД большим 100%. Тогда академики Л. Арцимович, П. Капица и И. Тамм в "Правде" опубликовали статью, в которой разъясняли работникам завода, что созданное ими устройство тепловой насос, у которого КПД, то есть коэффициент преобразования, может быть больше 100%.

Когда в конце 1960 года я беседовала с директором "Сантехники" В. Потаповым, он с раздражением сказал:

- Все сейчас объясняют, что наш кондиционер - тепловой насос, как будто мы этого не знали. Да ведь в том-то и дело, что в нашем устройстве выделяется тепло СВЕРХ того, которое должно выделяться в соответствии с эффектом Пельтье!

И вот теперь, изучая публикации, посвященные событиям на "Сантехнике", можно только поражаться слепоте комментаторов, которые слушали и не слышали, смотрели и не видели, читали и не понимали написанного. В самом деле, в заявке на открытие, представленной В. Потаповым в Комитет по делам изобретений и открытий при СМ СССР 29 мая 1959 года, прямо указывается, что речь идет о выделении тепла "сверх тепла Пельтье и Джоуля". Работники "Сантехники" обнаружили это явление при испытании серийной полупроводниковой термобатареи, причем эффект наблюдался и тогда, когда холодный спай термоизолировали от окружающей среды.

В декабре 1959 года сотрудники Института металлургии АН СССР провели серию экспериментов по методике, предложенной комиссией президиума АН СССР. Главным в этой методике было стремление исключить всевозможные "присосы" тепла извне путем полной изоляции термобатареи от окружающей среды. Поэтому в сосуд Дьюара были помещены оба спая термобатареи. Для контрольных измерений в тот же сосуд был вмонтирован омический нагреватель такой же мощности, как у термобатареи.

И что же получилось?

Когда ток пропускался через нагреватель, никаких расхождений не наблюдалось: количество выделенного тепла в точности равнялось потребленной электроэнергии. Когда же ток переключался на термобатарею, происходила поразительная вещь: при той же подведенной электроэнергии количество тепла, выделяемого на термобатарее, в 2,2-2,6 раза превосходило количество тепла, получаемого на нагревателе!

"Результаты измерений, проведенных 14, 15, 16 декабря, - указано в протоколе от 17 декабря 1959 года, - имеют хорошую воспроизводимость". Далее в протоколе говорится: "Дополнительные рекомендации комиссии, данные 15 декабря, и устные просьбы члена комиссии Э. Э. Шпильрайна от 16.12.1959 г. были осуществлены в экспериментах, проведенных 16 декабря 1959 года. Учет этих новых рекомендаций не внес изменений в конечный результат эксперимента". А результат этот состоял в том, что "данный полупроводниковый нагревательный элемент з-да "Сантехника" при работе в сосуде Дьюара в указанных условиях и режимах выделяет дополнительную тепловую энергию по сравнению с электроэнергией, затраченной на осуществление этого процесса. Относя выделившуюся на полупроводниковом нагревателе тепловую энергию к тепловой энергии, выделенной на омическом нагревателе той же мощности, получен коэффициент превышения, равный 2,2-2,6".

Весной 1960 года обширную серию экспериментов на заводе "Сантехника" провела группа исследователей, возглавляемая кандидатом технических наук П. Г. Ярмольчуком, которая пришла к выводу: "При использовании термобатареи имеется избыточное тепло по сравнению с омическим сопротивлением при аналогичных условиях" и "явление теплового насоса не имеет в данном случае места". С 1965 по 1974 год Московское общество испытателей природы при МГУ имени М. В. Ломоносова провело ряд новых исследований, подтвердивших выделение дополнительного тепла сверх теплот Джоуля и Пельтье.

Остается только удивляться инертности и отсутствию любопытства у наших ученых и специалистов, упорно

отказывающихся разобраться и внести полную научную ясность в явление, которое уже более тридцати лет находится на виду общественности и до сих пор не получило ни объяснения, ни убедительного опровержения.